

PAT-NO: JP411121820A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11121820 A
TITLE: LAMINATED PIEZOELECTRIC ACTUATOR
PUBN-DATE: April 30, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SUZUKI, HIDEO	N/A
SHIONO, OSAMU	N/A
WATABIKI, SEIJI	N/A
MIYATA, MOTOYUKI	N/A
HAYASHIBARA, MITSUO	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HITACHI LTD	N/A

APPL-NO: JP09277434
APPL-DATE: October 9, 1997

INT-CL (IPC): H01 L 041/083 , H01 L 041/187 , H02 N 002/00

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a laminated piezoelectric actuator having response consisting with reliability.

SOLUTION: The laminated piezoelectric actuator element 1 comprises a piezoelectric ceramic 2 laminated and sintered by an internal electrode 3 composed of a silver palladium alloy material alloyed with 70 to 50 weight % of silver and 30 to 50 weight % of palladium doped with the ceramic material for piezoelectric effect in a range of 2 to 12 weight % of the total weight of the silver palladium alloy material and the ceramic material for piezoelectric effect, a close characteristic of shrinkage of the internal electrode 3 and the

piezoelectric ceramic 2 makes it possible to avoid an interfacial separation, and an adequate resistance of the internal electrode 3 secures the responsiveness of the piezoelectric element 1.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-121820

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月30日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

H 0 1 L 41/083

H 0 1 L 41/08

Q

41/187

H 0 2 N 2/00

B

H 0 2 N 2/00

H 0 1 L 41/18

1 0 1 D

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-277434

(22) 出願日 平成9年(1997)10月9日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 鈴木 秀夫

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 塩野 修

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 綿引 誠次

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 弁理士 高田 幸彦 (外1名)

最終頁に続く

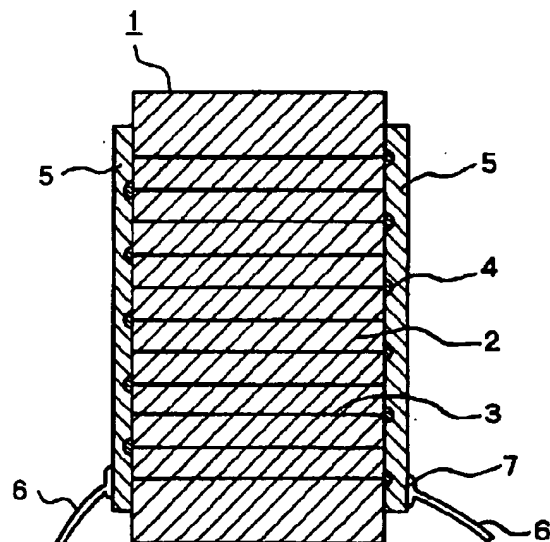
(54) 【発明の名称】 積層型圧電アクチュエータ

(57) 【要約】

【課題】 応答性と信頼性とが両立する積層型の圧電素子を提供する。

【解決手段】 積層型の圧電素子1は、圧電セラミック2に積層して焼結される内部電極3の組成が、銀70～50(重量%)ーパラジウム30～50(重量%)の範囲にある銀パラジウム合金材に銀パラジウム合金材と圧電用セラミックス材の総量に対して2～12(重量%)の範囲にある圧電用セラミックス材を添加したものであり、内部電極3と圧電セラミック2との収縮特性が近づき界面剥離が回避され、内部電極3の抵抗値がほぼほどで圧電素子1としての応答性も確保されるものである。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】圧電用セラミック材を主成分とするグリーンシートと、銀パラジウム合金材を主成分とする内部電極とを交互に積層して焼結した積層型圧電アクチュエータであって、

前記内部電極の組成が、銀70～50(重量%)及びパラジウム30～50(重量%)の範囲にあることを特徴とする積層型圧電アクチュエータ。

【請求項2】圧電用セラミック材を主成分とするグリーンシートと、銀パラジウム合金材を主成分とする内部電極とを交互に積層して焼結した積層型圧電アクチュエータであって、

前記内部電極は、前記銀パラジウム合金材に前記圧電用セラミックス材を加えたものであり、その組成は、銀70～50(重量%)およびパラジウム30～50(重量%)の範囲にある前記銀パラジウム合金材と、総量に対して2～12(重量%)の範囲にある前記圧電用セラミックス材とを有することを特徴とする積層型圧電アクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、新規な積層型圧電アクチュエータに関する。

【0002】

【従来の技術】従来の技術の圧電アクチュエータについては、特開昭62-165380号公報、特開平2-94484号公報号公報などに開示された技術があり、内部電極材として銀-パラジウム合金を用いる技術が記載されている。この圧電アクチュエータの構成について、その外観図を示す図3及び図4を参照して説明する。図3に示すように、積層型圧電アクチュエータ1の作製途中のブロックは、共にシート形状からなって交互に積層され焼結一体化された圧電セラミックス2と内部電極3との積層体から構成される。そして、該積層体の対向位置にある一対の積層端面に、該内部電極3を一層置きに絶縁する絶縁被覆体4が、両積層端面で積層方向にずらして且つ非対象の形で設けられると共に、内部電極3の一層置きに接続した外部電極5が絶縁被覆体4の上に設けられ、外部電極5にリード線6が接続されて、図4に示すような積層型圧電アクチュエータを構成している。

【0003】上記構成の積層型圧電アクチュエータ1の作製は、次の通りである。圧電用セラミックス材からなるグリーンシート表面に内部電極ペーストを塗布・印刷して形成した内部電極を重ねて積層体を形成する。次に、グリーンシートや内部電極に含まれるバインダーを除去するために該積層体を脱バインダー処理し、その後焼結して積層体を作成する。さらに、絶縁被覆体4、外部電極5及びリード線6を形成するものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従

来技術の圧電アクチュエータには、焼結した後の積層体の表面から鉛銀パラジウムからなる溶出物が滲みだす点とセラミックの焼結温度で内部電極ペーストが溶解する点に関して問題があった。

【0005】一方、上記脱バインダー処理や焼結工程で、グリーンシートと内部電極の界面で収縮特性差から剥離が生じたり積層体に亀裂が発生する、更には、完成品を厳しい環境下で繰返し使用した時に界面剥離が発生するなどの問題がある。そこで特開平2-164085号公報に開示されている圧電アクチュエータの技術によれば、セラミック混合材の中間収縮層をグリーンシートと内部電極との間に設けて収縮特性差を縮めて界面の剥離や亀裂を防止しているが、中間収縮層を設けた該従来技術には、最近の圧電アクチュエータが要求されているニーズに対応できない点がある。すなわち、中間収縮層を設けると部品点数や製作工数の増加ばかりでなく、本来の積層方向のひずみ特性が悪くなり、積層型圧電アクチュエータとしての適用に問題があった。

【0006】従って、本発明の目的は、鉛銀パラジウムの溶出や内部電極ペーストの溶解がなく生産性や製品信頼性の高い積層型圧電アクチュエータを提供するにある。また、本発明の他の目的は、ひずみ特性を確保しつつ剥離等を防止するという性能と信頼性が両立する積層型圧電アクチュエータを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明による積層型圧電アクチュエータの特徴は、圧電用セラミック材を主成分とするグリーンシートと、銀パラジウム合金材を主成分とする内部電極とを交互に積層して焼結した積層型圧電アクチュエータであって、前記内部電極の組成が、銀70～50(重量%)及びパラジウム30～50(重量%)の範囲にあるところにある。

【0008】また、他の特徴は、圧電用セラミック材を主成分とするグリーンシートと、銀パラジウム合金材を主成分とする内部電極とを交互に積層して焼結した積層型圧電アクチュエータであって、前記内部電極は、前記銀パラジウム合金材に前記圧電用セラミックス材を加えたものであり、その組成は、銀70～50(重量%)及びパラジウム30～50(重量%)の範囲にある前記銀パラジウム合金材と、総量に対して2～12(重量%)の範囲にある前記圧電用セラミックス材とを有する点にある。

【0009】本発明によれば、パラジウムの配合量を30～50(重量%)の範囲に抑えることによって、鉛銀パラジウムの溶出やペーストの溶解を回避する。また、内部電極自体に、圧電用のセラミックス材を2～12(重量%)添加してグリーンシートとの収縮特性差を縮めて剥離等を解消し、かつ中間収縮層がなく積層方向の寸法当たりのひずみ特性が確保される。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態につい

て、図面を参照しながら説明する。図1は、本発明による一実施例の積層型圧電アクチュエータを示す断面図である。図において、積層型圧電アクチュエータ(以下、圧電素子)1は、圧電セラミックス2と、内部電極3と、両側端の絶縁被覆体4と、両側端の外部電極5と、両側端のリード線6とから構成される。即ち、圧電素子1は、作製途中において共にシート形状からなつて交互に積層され、その後焼結一体化された圧電セラミックス2と内部電極3との積層体から構成される。そして、該積層体の対向位置にある一対の積層端面に、該内部電極3を一層置きに絶縁する絶縁被覆体4が、両積層端面で積層方向にずらして且つ非対象の形で設けられると共に、内部電極3の一層置きに接続した外部電極5が絶縁被覆体4の上に設けられ、外部電極5にリード線6が半田7にて接続されて、図に示すような積層型圧電アクチュエータを構成している。

【0011】上記構成の圧電素子1の動作は、両リード線6間に電圧を印加すると、各一対の内部電極3の間の圧電セラミックス2に電界が掛かり、圧電セラミックス2が積層方向に伸縮する、すなわち、積層方向にひずみを生じるものである。そして、上記圧電素子に要求される第一事項として、鉛銀パラジウムの溶出やペーストの溶解を防止することがある。さらに、第二事項としての圧電素子に要求される性能、特に、積層型圧電アクチュエータに要求されるひずみ特性は、積層方向の寸法当たりのひずみが大きいことにある。換言すれば、積層方向寸法を出来るだけ抑えつつ大きな積層方向のひずみを得ることが重要と言える。

【0012】上記要求に応えられる本実施例の積層型圧電アクチュエータの特徴とする構成は、圧電用セラミックス材を主成分とするグリーンシートと、銀パラジウム合金材を主成分とする内部電極とを交互に積層して焼結した積層型圧電アクチュエータであつて、内部電極の組成が、銀70～50(重量%)ーパラジウム30～50(重量%)の範囲にあるところにある。即ち、パラジウムの配合量を30～50(重量%)の範囲に抑えることによって、鉛銀パラジウムの溶出や内部電極ペーストの溶解を回避したところにある。

【0013】また、他の特徴とする構成は、焼結されて内部電極3を形成する内部電極が、銀パラジウム合金材に圧電用セラミックス材を加えたものであり、該組成は、銀70～50(重量%)ーパラジウム30～50(重量%)の範囲にある銀パラジウム合金材と、総量に対して2～12(重量%)の範囲にある圧電用セラミックス材とを有するものである。

【0014】即ち、内部電極自体に圧電用セラミックス材を2～12(重量%)添加して、かつ、前述の中間収縮層を設けない構成とすることによって、(1)内部電極とグリーンシートとの収縮特性差を縮めて剥離等の問題を解消する。(2)①許容積層方向寸法が押さえられた場合で

あれば、中間収縮層が無い分だけ圧電セラミックス2の積層方向寸法が増えるので、増えた分の積層方向のひずみを大きく得ることができる、換言すれば、②中間収縮層が無い分だけ積層方向寸法を小さくしつつ、従来技術と同等の積層方向のひずみを確保することができるということに繋がるものである。

【0015】以下、上記構成に関して、当発明者らが検討した内容から補足説明する。まず、積層型圧電アクチュエータの作製について説明する。グリーンシートは、ジルコン酸チタン酸鉛を主成分とする圧電用のセラミックス材の粉末に、水系バインダーとしてブチルメタクリレート、分散剤にポリカルボン酸アンモニウム塩、溶剤にイソプロピルアルコールと純水を各々添加して混合し、このスラリーをドクターブレード法によりキャリアフィルム上に、厚さ200 μ mのシート形状にて作製した。

【0016】一方、内部電極ペーストを、後掲する表1および表2の組み合わせからなる配合量(組成)で作製した。即ち、銀20～80(重量%)およびパラジウム80～20(重量%)の範囲にある銀ーパラジウム合金の粉末から内部電極ペーストを作製した。さらに、銀20～80(重量%)及びパラジウム80～20(重量%)の範囲にある銀ーパラジウム合金の粉末と、2～16(重量%)の範囲にある圧電用のセラミックス材の粉末を、別々に有機バインダー及び有機溶剤を含むビヒクルで混合し、その後に両者を十分に混練して、内部電極ペーストを作製した。またさらに、20～60(重量%)の銀粉末と80～40(重量%)のパラジウム粉末を用いて、合金粉末のペーストの条件と同じ条件で内部電極ペーストを作製した。

【0017】そして、グリーンシートの表面上記内部電極ペーストを、厚さ10 μ mで印刷し、内部電極を形成した。更に、内部電極が印刷された面を上向きにしてグリーンシートの200枚を積層し、また、最上端部と最下端部に内部電極ペーストを印刷しないグリーンシートを各々5枚ずつ積層して、その部分のみを厚く形成し、温度130℃、圧力10MPa、5分の条件で、加圧プレスした。そして、脱バインダー処理をした後に、1200℃で2時間保持し焼結して、圧電セラミックス2と内部電極3とからなる積層体を作製した。最後

に、良好な該積層体を任意の大きさに切断し、内部電極3が露出した4つの側面のうち、一対の相対する2側面に内部電極3の一相毎の交互に絶縁被覆体4を形成し、更に、それらの両側面の上から外部電極5を形成した。そして、両側面の外部電極5にリード線6を半田7で接続し、上下面を除く4つの側面を外装樹脂で外装して、図1に示すような形状の圧電素子1を完成した。

【0018】次に、鉛銀パラジウムの溶出やペーストの溶解などの点から検討した圧電素子の生産性や製品信頼性について説明する。表1は、各種供試品とその検討結果について取り纏めて示したものである。

【0019】

* * 【表1】
表 1

原料	配合量(wt%)		セラミック 添加量(wt%)	脱バインダ 後の 外 観	焼結後 の外 観	応答性
	Ag	Pd				
合 金 粉 末	20	80	0	○	×	—
	30	70	0	○	×	—
	40	60	0	○	×	—
	50	50	0	○	○	○
	60	40	0	○	○	○
	70	30	0	○	○	○
	80	20	0	○	×	—
	50	50	2	○	○	○
	50	50	4	○	○	○
	50	50	8	○	○	○
	50	50	16	○	○	×
	60	40	8	○	○	○
	70	30	8	○	○	○
	20	80	0	×	×	—
混 合 粉 末	30	70	0	×	×	—
	40	60	0	×	×	—
	50	50	0	×	×	—
	60	40	0	×	×	—
	70	30	0	×	×	—

【0020】表1において、脱バインダー処理後の積層体の外観検査では、20～60(重量%)の銀粉末と80～40(重量%)のパラジウム粉末からなる混合粉末の供試品は全て不合格の×印であった。また、焼結後の積層体の外観検査から、パラジウムの配合量が50(重量%)を越えると、積層体の表面から鉛銀パラジウムからなる溶出物がしみだすことが分かった。そして、パラジウムの配合量が30(重量%)未満になると、ペーストが溶解することも分かった。一方、他の配合組み合わせの供試品は全て合格の○印であった。これらの検討結果から、パラジウムの配合量を30～50(重量%)の範囲に抑えることが、積層型圧電アクチュエータの生産性や製品信頼性を高めることが判明した。

【0021】次に、圧電セラミックス2と内部電極3との剥離等の防止について説明する。図2は、本実施例の積層型圧電アクチュエータの内部電極材及び圧電用セラミックス材の温度-収縮率特性を示す図である。以下、圧電用セラミックス材をPZTとも表現する。図において、本発明による「銀50:パラジウム50合金(重量%)とPZT2～16(重量%)」(実線表示)と、「銀50:パラジウム50合金(重量%)」(一点鎖線表示) ※50

30※の各焼結収縮曲線を示している。また、圧電用セラミックス材(PZT)の焼結収縮曲線(破線表示)を併記している。

【0022】図2に示すように、「銀50:パラジウム50合金(重量%)」に比べて、特に、「銀50:パラジウム50(重量%)とPZT2～16(重量%)」からなる内部電極材は、圧電用セラミックス材の焼結温度である1200(°C)付近の収縮率が「PZT」の収縮率20%により近づき、内部電極としての「銀50:パラジウム50(重量%)とPZT2～16(重量%)」からなる内部電極材とグリーンシートとしての圧電用セラミックス材との収縮率差が縮まることが分かる。この結果から圧電用セラミックス材を添加した内部電極を採用すると、脱バインダー処理や焼結工程ばかりでなく、高温多湿強振動の厳しい環境下での繰り返し使用において、剥離や亀裂などを回避することが可能になることが分かった。なお、図示省略したが、「銀60～70:パラジウム40～30(重量%)とPZT2～16(重量%)」の内部電極材の焼結収縮曲線は、ほとんど図示した「銀50:パラジウム50(重量%)とPZT2～16(重量%)」の焼結収縮曲線と同じであった。

【0023】次に、製作途中の積層体の外観ならびに完成品の応答性の評価検討について説明する。表2は、各種供試品とその検討結果について取り纏めて示したものである。
【0024】
【表2】

表 2

		供試品の組合せ				備 考		
		Ag (wt %)	Pd (wt %)	セラミック添加量 (wt %)				
				2	8		12	16
第1群	40～20	60～80	x —	x —	x —	x —	電極がセラミックと 反応・溶出し作製不可	
2群	50	50	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	作製可	
3群	60	40	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	作製可	
4群	70	30	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	作製可	
5群	80	20	x —	x —	x —	x —	電極溶け作製不可	
外観/応答性の評価								

【0025】まず、表2における供試品の組み合わせ配合量(組成)について説明する。第1群の供試品は、銀40~20(重量%)：60~80(重量%)の範囲にある銀パラジウム合金材に2~16(重量%)の範囲にある圧電用セラミックス材を添加した組成である。第2群は、銀50(重量%)：50(重量%)の銀パラジウム合金材に2~16(重量%)の範囲にある圧電用セラミックス材を添加した組成である。第3群は、銀60(重量%)：40(重量%)の銀パラジウム合金材に2~16(重量%)の範囲にある圧電用セラミックス材を添加した組成である。第4群は、銀70(重量%)：30(重量%)の銀パラジウム合金材に2~16(重量%)の範囲にある圧電用セラミックス材を添加した組成である。そして、第5群の供試品は、銀80(重量%)：20(重量%)の銀パラジウム合金材に2~16(重量%)の範囲にある圧電用セラミックス材を添加した組成である。なお、上記組成において、銀パラジウム合金材+圧電セラミック材=100(重量%)であり、(圧電セラミック材/銀パラジウム合金を含む総量)=2~16(重量%)である。

【0026】次に、脱バインダー処理と焼結した後の積層体を目視により外観検査した。この結果、表2に示すように、第1群の供試品は全て不合格の×印であった。この原因は、パラジウムの配合量が50(重量%)を越えると、焼結した後の積層体の表面に、鉛銀パラジウムからなる溶出物が滲みだして電極として作製することができないからであった。また、第5群の供試品も全て×印であった。原因はパラジウムの配合量が30(重量%)未満になると、セラミックの焼結温度1200℃が供試品の内部電極ペーストの固相温度以上になって、該ペーストが溶解して電極として作製することができないからであった。一方、第2~4群の供試品は、全て合格の○印であった。亀裂や剥離や変形がなく、また鉛銀パラジウムの溶出やペーストの溶解もなく、良好であった。

【0027】次に、応答性の評価結果について説明す

※る。完成した圧電素子に対する応答速度に関して、高周波対応型光ファイバー方式非接触変位計を用いて測定した。まず、第1群及び第5群の供試品では圧電素子として完成することが不可であり、評価不可(ー印表示)であった。そして、第2~4群の供試品の中にあって、圧電用セラミックス材の量が16重量%(12重量%を越える量)の配合量のものは、内部電極の電気抵抗が大きくなり、積層型圧電アクチュエータとしての応答性が悪くなる(×印表示)ことが判明した。

【0028】以上の検討から、内部電極3が前述した銀パラジウム合金材に圧電用セラミックス材を加えた構成であれば、内部電極3と圧電セラミック2との収縮特性が近づき剥離等が回避され、内部電極3の抵抗値がほとんどで圧電素子1としての応答性も確保される積層型圧電アクチュエータが提供される。即ち、応答性に影響を与えずセラミック材との接着強度を大きくし、厳しい環境下での繰返し使用にも耐えて、性能と信頼性が両立する積層型圧電アクチュエータを提供することができる。

【0029】

【発明の効果】本発明によれば、銀パラジウム合金のパラジウム配合量が明確化され、鉛銀パラジウムの溶出や内部電極ペーストの溶解がなく生産性や製品信頼性の高い積層型圧電アクチュエータが提供される。また、銀50~70(重量%)ーパラジウム50~30(重量%)の銀パラジウム合金材に2~12(重量%)の圧電用セラミック材を添加したペーストから作製した内部電極を採用することにより、ひずみ特性が良く信頼性に優れた積層型圧電アクチュエータが得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による一実施例の積層型圧電アクチュエータを示す断面図である。

【図2】図1に示す積層型圧電アクチュエータの内部電極材及び圧電用セラミックス材の温度-収縮率特性を示す図である。

【図3】従来技術の積層型圧電アクチュエータの製造途中のブロックを説明する外観図である。

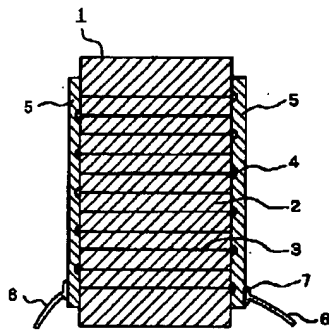
【図4】従来技術の積層型圧電アクチュエータを説明する外観図である。

【符号の説明】

1…圧電素子、2…圧電セラミック、3…内部電極、4…絶縁被覆体、5…外部電極、6…リード線、7…半田。

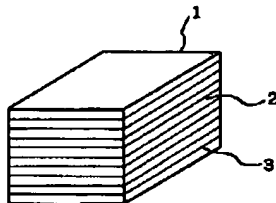
【図1】

図 1



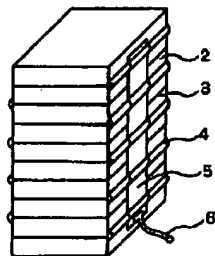
【図3】

図 3



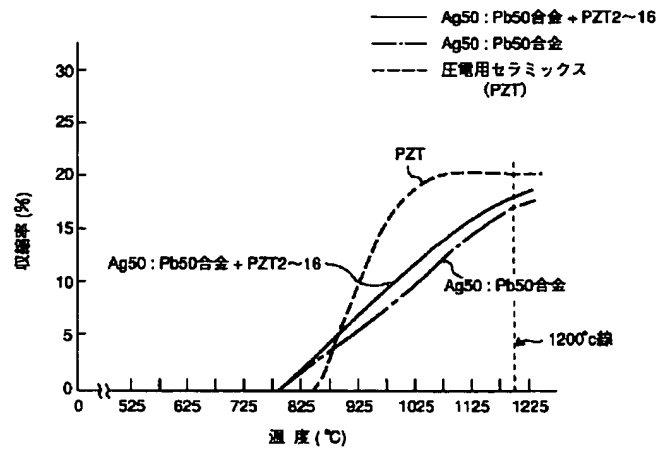
【図4】

図 4



【図2】

図 2



フロントページの続き

(72)発明者 宮田 素之
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 林原 光男
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to a new laminating mold electrostrictive actuator.

[0002]

[Description of the Prior Art] About the electrostrictive actuator of the conventional technique, there is a technique indicated by JP,62-165380,A, the JP,2-94484,A number official report, etc., The technique using a silver-palladium alloy as internal electrode material is indicated. The configuration of this electrostrictive actuator is explained with reference to drawing 3 and drawing 4 which show that external view. As shown in drawing 3, both blocks in the middle of production of the laminating mold electrostrictive actuator 1 consist of a sheet configuration, and the laminating of them is carried out by turns, and they consist of layered products of the electrostrictive ceramics 2 and the internal electrode 3 by which sintering unification was carried out. And while the pre-insulation object 4 with which this internal electrode 3 is insulated to place further shifts in the direction of a laminating by both the laminatings end face and is prepared in the laminating end face of the pair in the opposite location of this layered product in the form for un-, the external electrode 5 of an internal electrode 3 connected for placing further is formed on the pre-insulation object 4, lead wire 6 is connected to the external electrode 5, and the laminating mold electrostrictive actuator as shown in drawing 4 is constituted.

[0003] The production of the laminating mold electrostrictive actuator 1 of the above-mentioned configuration is as follows. A layered product is formed for the internal electrode which applied and printed the internal electrode paste and formed it in the green sheet front face which consists of ceramic material for piezo-electricity in piles. Next, in order to remove the binder contained in a green sheet or an internal electrode, debinder processing of this layered product is carried out, and it sinters after that, and a layered product is created. Furthermore, the pre-insulation object 4, the external electrode 5, and lead wire 6 are formed.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, there was a problem in the electrostrictive actuator of the above-mentioned conventional technique about the point that the effluent which consists of **** palladium oozes out, and the point which an internal electrode paste dissolves at the sintering temperature of a ceramic from the front face of the layered product after sintering.

[0005] On the other hand, when a finished product is further repeated [which exfoliation produces from a contraction property difference in the interface of a green sheet and an internal electrode, or a crack generates in a layered product] under a severe environment and it is used at the above-mentioned debinder processing or a sintering process, there is a problem of interfacial peeling occurring. Then, according to the technique of the electrostrictive actuator currently indicated by JP,2-164085,A, the intersystole layer of a ceramic admixture was prepared between the green sheet and the internal electrode, the contraction property difference was contracted, exfoliation and the crack of an interface are prevented, but there is a point that it cannot respond to the needs as which the latest electrostrictive actuator is demanded in this conventional technique in which the intersystole layer was prepared. That is, when the intersystole layer was prepared, the strain property of not only the increment in components mark or a manufacture man day but the original direction of a laminating worsened, and the problem was in the application as a laminating mold electrostrictive actuator.

[0006] Therefore, the purpose of this invention is for there to be neither elution of **** palladium nor

the dissolution of an internal electrode paste, and offer a laminating mold electrostrictive actuator with high productivity and product reliability. Moreover, other purposes of this invention are to offer the laminating mold electrostrictive actuator with which the engine performance and dependability of preventing exfoliation etc. are compatible, securing a strain property.

[0007]

[Means for Solving the Problem] The description of the laminating mold electrostrictive actuator by this invention which attains the above-mentioned purpose is the laminating mold electrostrictive actuator which carried out the laminating of the green sheet which uses the ceramic material for piezo-electricity as a principal component, and the internal electrode which uses a silver palladium alloy as a principal component by turns, and sintered it, and the presentation of said internal electrode, It is in the place in the range of silver 70-50 (% of the weight) and palladium 30-50 (% of the weight).

[0008] Moreover, the green sheet with which other descriptions use the ceramic material for piezo-electricity as a principal component, It is the laminating mold electrostrictive actuator which carried out the laminating of the internal electrode which uses a silver palladium alloy as a principal component by turns, and sintered it. Said internal electrode Said ceramic material for piezo-electricity is added to said silver palladium alloy. The presentation It is in the point of having said silver palladium alloy in the range of silver 70-50 (% of the weight) and palladium 30-50 (% of the weight), and said ceramic material for piezo-electricity which is in the range of 2-12 (% of the weight) to a total amount.

[0009] According to this invention, the elution of **** palladium and the dissolution of a paste are avoided by holding down the loadings of palladium to the range of 30-50 (% of the weight). Moreover, 2-12 (% of the weight) addition of the ceramic material for piezo-electricity is carried out, a contraction property difference with a green sheet is contracted to the internal electrode itself, and exfoliation etc. is canceled to it, and there is no intersystole layer in it, and the strain property per dimension of the direction of a laminating is secured to it.

[0010]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained, referring to a drawing. Drawing 1 is the sectional view showing the laminating mold electrostrictive actuator of one example by this invention. In drawing, the laminating mold electrostrictive actuator (the following, piezoelectric device) 1 consists of the piezo-electric ceramic 2, an internal electrode 3, a pre-insulation object 4 of a both-sides edge, an external electrode 5 of a both-sides edge, and lead wire 6 of a both-sides edge. That is, both the piezoelectric devices 1 consist of a sheet configuration in the middle of production, and a laminating is carried out by turns, and they consist of layered products of the electrostrictive ceramics 2 and internal electrode 3 by which afterbaking join unification was carried out. And while the pre-insulation object 4 with which this internal electrode 3 is insulated to place further shifts in the direction of a laminating by both the laminatings end face and is prepared in the laminating end face of the pair in the opposite location of this layered product in the form for un- The external electrode 5 of an internal electrode 3 connected for placing further is formed on the pre-insulation object 4, lead wire 6 is connected to the external electrode 5 with solder 7, and the laminating mold electrostrictive actuator as shown in drawing is constituted.

[0011] Electrostrictive ceramics 2 will expand and contract in the direction of a laminating, namely, if actuation of the piezoelectric device 1 of the above-mentioned configuration impresses an electrical potential difference among both the lead wire 6, electric field are built over the electrostrictive ceramics 2 between a pair each of internal electrodes 3, and it will produce a strain in the direction of a laminating. And the elution of **** palladium and the dissolution of a paste may be prevented as the first matter required of the above-mentioned piezoelectric device. Furthermore, the engine performance required of the piezoelectric device as the second matter and especially the strain property required of a laminating mold electrostrictive actuator have the strain of per dimension of the direction of a laminating in a large thing. If it puts in another way, it can be said that it is important to acquire the strain of the big direction of a laminating, stopping the direction dimension of a laminating as much as possible.

[0012] The configuration by which it is characterized [of the laminating mold electrostrictive actuator of this example which can meet the above-mentioned demand] is the laminating mold electrostrictive actuator which carried out the laminating of the green sheet which uses the ceramic material for piezo-electricity as a principal component, and the internal electrode which uses a silver palladium

alloy as a principal component by turns, and sintered it, The presentation of an internal electrode It is in the place in the range of silver 70 - 50(% of the weight)-palladium 30-50 (% of the weight). namely, It is in the place which avoided the elution of **** palladium, and the dissolution of an internal electrode paste by holding down the loadings of palladium to the range of 30-50 (% of the weight).

[0013] Moreover, the internal electrode which the configuration by which it is characterized [other] is sintered and forms an internal electrode 3 adds the ceramic material for piezo-electricity to a silver palladium alloy, and this presentation has a silver palladium alloy in the range of silver 70 - 50(% of the weight)-palladium 30-50 (% of the weight), and the ceramic material for piezo-electricity which is in the range of 2-12 (% of the weight) to a total amount.

[0014] namely, the thing to consider as the configuration which carries out 2-12 (% of the weight) addition of the ceramic material for piezo-electricity at the internal electrode itself, and does not prepare the above-mentioned intersystole layer -- (1) The contraction property difference of an internal electrode and a green sheet is contracted, and problems, such as exfoliation, are solved. (2) Lead to the strain of the direction of a laminating equivalent to the conventional technique being securable, only a part without ** intersystole layer to be able to acquire greatly the strain of the direction of a laminating of the increased part making the direction dimension of a laminating small, if it puts in another way, since the direction dimension of a laminating of a part without an intersystole layer of electrostrictive ceramics 2 will increase, if it is the case where the direction dimension of ** permission laminating is pressed down.

[0015] Hereafter, supplementary information is carried out about the above-mentioned configuration from the contents which these artificers examined. First, production of a laminating mold electrostrictive actuator is explained. To the powder of the ceramic material for piezo-electricity which uses PZT as a principal component, as a drainage system binder, polycarboxylic acid ammonium salt is added to butyl methacrylate and a dispersant, and a green sheet adds isopropanol BIRUARUKORU and pure water respectively to a solvent, and is mixed, This slurry was produced in the sheet configuration with a thickness of 200 micrometers on the carrier film with the doctor blade method.

[0016] On the other hand, Internal electrode paste, It produced with the loadings (presentation) which consist of combination of Table 1 and 2 which carries out cited below. That is, the internal electrode paste was produced from the powder of the silver-palladium alloy in the range of silver 20-80 (% of the weight) and palladium 80-20 (% of the weight). Furthermore, the powder of the silver-palladium alloy in the range of silver 20-80 (% of the weight) and palladium 80-20 (% of the weight) and the powder of the ceramic material for piezo-electricity in the range of 2-16 (% of the weight) were mixed with the vehicle which contains an organic binder and an organic solvent separately, both were fully kneaded after that, and internal electrode paste was produced. Furthermore, internal electrode paste was produced on the same conditions as the conditions of the paste of alloy powder using the silver dust end of 20-60 (% of the weight), and the palladium powder of 80-40 (% of the weight).

[0017] And on the surface of the green sheet, the above-mentioned internal electrode paste was printed by 10 micrometers in thickness, and the internal electrode was formed. Furthermore, the laminating of every five green sheets which turn upward the field where the internal electrode was printed, and carry out the laminating of the 200 sheets of a green sheet, and do not print internal electrode paste at the maximum upper limit section and the lowest edge was carried out respectively, only the part was formed thickly and the pressurization press was carried out on the temperature of 130 degrees C, pressure 10MPa, and the conditions for 5 minutes. And after carrying out debinder processing, at 1200 degrees C, it held for 2 hours, it sintered, and the layered product which consists of a piezo-electric ceramic 2 and an internal electrode 3 was produced. At the end, this good layered product was cut in the magnitude of arbitration, the pre-insulation object 4 was formed in two side faces in which a pair faces among four side faces which the internal electrode 3 exposed, by turns for every phase of an internal electrode 3, and the external electrode 5 was further formed from on those both-sides sides. And lead wire 6 was connected to the external electrode 5 of a both-sides side with solder 7, sheathing of the four side faces except a vertical side was carried out by sheathing resin, and the piezoelectric device 1 of a configuration as shown in drawing 1 was completed.

[0018] Next, the productivity and product reliability of a piezoelectric device which were examined from points, such as elution of **** palladium and the dissolution of a paste, are explained. Table 1 is adjusted and shown about various test articles and the examination result of those.

[0019]

[Table 1]

表 1

原料	配合量(wt%)		セラミック 添加量(wt%)	脱バインダ 後の 外 観	焼結後 の外 観	応答性
	Ag	Pd				
合 金 粉 末	20	80	0	○	×	—
	30	70	0	○	×	—
	40	60	0	○	×	—
	50	50	0	○	○	○
	60	40	0	○	○	○
	70	30	0	○	○	○
	80	20	0	○	×	—
	50	50	2	○	○	○
	50	50	4	○	○	○
	50	50	8	○	○	○
	50	50	12	○	○	○
	50	50	16	○	○	×
	60	40	8	○	○	○
	70	30	8	○	○	○
混 合 粉 末	20	80	0	×	×	—
	30	70	0	×	×	—
	40	60	0	×	×	—
	50	50	0	×	×	—
	60	40	0	×	×	—

[0020] It sets to Table 1, By the visual inspection of the layered product after debinder processing, it is the silver dust end of 20-60 (% of the weight). All the test articles of the mixed powder which consists of palladium powder of 80-40 (% of the weight) were rejected x marks. Moreover, when the loadings of palladium exceeded 50 (% of the weight) from the visual inspection of the layered product after sintering, the front face of a layered product showed that the effluent which consists of **** palladium oozed out. And when the loadings of palladium became under 30 (% of the weight), it also turned out that a paste dissolves. On the other hand, all of the test article of other combination combination were O marks of success. It became clear that holding down the loadings of palladium to the range of 30-50 (% of the weight) raised the productivity and product reliability of a laminating mold electrostrictive actuator from these examination results.

[0021] Next, prevention of exfoliation with electrostrictive ceramics 2 and an internal electrode 3 etc. is explained. Drawing 2 is drawing showing the temperature-contraction property of the internal electrode material of the laminating mold electrostrictive actuator of this example, and the ceramic material for piezo-electricity. Hereafter, the ceramic material for piezo-electricity is expressed also as PZT. "Silver 50:palladium 50 alloy (% of the weight) and PZT 2-16 (% of the weight)" (continuous-line display) according [on drawing and] to this invention, Each sintering contraction curve of "a silver 50:palladium 50 alloy (% of the weight)" (alternate long and short dash line display) is shown. Moreover, the sintering contraction curve (broken-line display) of the ceramic material (PZT) for piezo-electricity is written together.

[0022] as [show / in drawing 2] "silver 50:palladium 50 alloy (% of the weight)" -- comparing -- especially -- "silver 50:palladium 50 (% of the weight) and PZT 2-16 (% of the weight)" from -- the becoming internal electrode material Contraction near [which is the sintering temperature of the ceramic material for piezo-electricity] 1200 (degree C) approaches with 20% of contraction of "PZT."

"silver 50 as a internal electrode: It turns out that the contraction difference of the internal electrode material and the ceramic material for piezo-electricity as a green sheet which consist of palladium 50 (% of the weight), PZT2 - 16(% of the weight)" is shortened. When the internal electrode which added the ceramic material for piezo-electricity from this result was adopted, in the repeat use under the severe environment of debinder processing, or not only a sintering process but heat-and-high-humidity strong vibration, it turned out that it becomes possible to avoid exfoliation, a crack, etc. in addition -- although the illustration abbreviation was carried out -- "silver 60-70:palladium 40-30 (% of the weight) and PZT 2-16 (% of the weight)" Most sintering contraction curves of internal electrode material were the same as the illustrated sintering contraction curve of "silver 50:palladium 50 (% of the weight) and PZT 2-16 (% of the weight)."

[0023] Next, evaluation examination of the appearance of the layered product in the middle of manufacture and the responsibility of a finished product is explained. Table 2 is adjusted and shown about various test articles and the examination result of those.

[0024]

[Table 2]

表 2

		供試品の組合せ				備 考		
		Ag (wt %)	Pd (wt %)	セラミック添加量 (wt %)				
				2	8		12	16
第1群	40～20	60～80	x / -	x / -	x / -	x / -	電極がセラミックと 反応・溶出し作製不可	
2群	50	50	o / o	o / o	o / o	o / o	作製可	
3群	60	40	o / o	o / o	o / o	o / o	作製可	
4群	70	30	o / o	o / o	o / o	o / o	作製可	
5群	80	20	x / -	x / -	x / -	x / -	電極溶け作製不可	
			外観/応答性の評価					

[0025] First, the combination loadings (presentation) of the test article in Table 2 are explained. The test article of the 1st group is the presentation which added the ceramic material for piezo-electricity which is in the silver palladium alloy in the range of silver 40-20(% of the weight):60-80 (% of the weight) in the range of 2-16 (% of the weight). The 2nd group is the presentation which added the ceramic material for piezo-electricity which is in the silver palladium alloy of silver 50 (% of the weight):50 (% of the weight) in the range of 2-16 (% of the weight). The 3rd group is the presentation which added the ceramic material for piezo-electricity which is in the silver palladium alloy of silver 60 (% of the weight):40 (% of the weight) in the range of 2-16 (% of the weight). The 4th group is the presentation which added the ceramic material for piezo-electricity which is in the silver palladium alloy of silver 70 (% of the weight):30 (% of the weight) in the range of 2-16 (% of the weight). And the test article of the 5th group is the presentation which added the ceramic material for piezo-electricity which is in the silver palladium alloy of silver 80 (% of the weight):20 (% of the weight) in the range of 2-16 (% of the weight). in addition, the above-mentioned presentation -- setting -- silver palladium alloy + piezo-electricity ceramic material -- it is =100 (% of the weight), and is =(total amount containing piezo-electric ceramic material / silver-palladium alloy)2-16 (% of the weight).

[0026] Next, visual inspection of the layered product after sintering with debinder processing was carried out by viewing. Consequently, as shown in Table 2, all the test articles of the 1st group were rejected x marks. It was because the effluent which consists of **** palladium cannot ooze out on the front face of the layered product after sintering and this cause cannot be produced as an electrode on it, if the loadings of palladium exceed 50 (% of the weight). Moreover, all the test articles of the 5th group were also x marks. It was because sintering temperature of 1200 degrees C of a ceramic cannot become beyond the solid phase temperature of the internal electrode paste of a test article, this paste cannot dissolve and a cause cannot be produced as an electrode, if the loadings of palladium become under 30 (% of the weight). On the other hand, it was O mark of success, and not all the test articles of the 2-4th groups had a crack, exfoliation, and deformation, and also had neither the elution of **** palladium, nor the dissolution of a paste, and were good.
 [0027] Next, the

evaluation result of responsibility is explained. It measured about the speed of response to the completed piezoelectric device using the mold optical-fiber method non-contact displacement gage corresponding to high frequency. First, it was improper to have completed as a piezoelectric device in the test article of the 1st group and the 5th group, and it was improper (- mark display) in evaluation. And it is in the test article of the 2-4th groups, and what, as for the thing of 16% of the weight (amount exceeding 12 % of the weight) of loadings, the electric resistance of an internal electrode becomes [the amount of the ceramic material for piezo-electricity] large, and the responsibility as a laminating mold electrostrictive actuator worsens (x mark display) became clear.

[0028] If it is the configuration of having added the ceramic material for piezo-electricity to the silver palladium alloy which the internal electrode 3 mentioned above from the above examination, the contraction property of an internal electrode 3 and the piezo-electric ceramic 2 approaches, exfoliation etc. is avoided, the resistance of an internal electrode 3 will be moderate and the laminating mold electrostrictive actuator to which the responsibility as a piezoelectric device 1 is also secured will be offered. That is, responsibility cannot be affected, but bond strength with ceramic material can be enlarged, it can be equal also to the repetition use under a severe environment, and the laminating mold electrostrictive actuator with which the engine performance and dependability are compatible can be offered.

[0029]

[Effect of the Invention] According to this invention, the palladium loadings of a silver-palladium alloy are clarified, there is neither elution of **** palladium nor the dissolution of an internal electrode paste, and a laminating mold electrostrictive actuator with high productivity and product reliability is offered. Moreover, the laminating mold electrostrictive actuator the strain property excelled [electrostrictive actuator] in dependability well is obtained by adopting as the silver palladium alloy of silver 50 - 70(% of the weight)-palladium 50-30 (% of the weight) the internal electrode produced from the paste which added the ceramic material for piezo-electricity of 2-12 (% of the weight).

[Translation done.]